

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-351552

(43)Date of publication of application : 21.12.2001

(51)Int.Cl.

H01J 35/14
H01J 35/08
H05G 1/00
H05G 1/36
// G01N 23/04

(21)Application number : 2000-171440

(71)Applicant : MEDEIEKKUSUTEKKU KK

(22)Date of filing : 08.06.2000

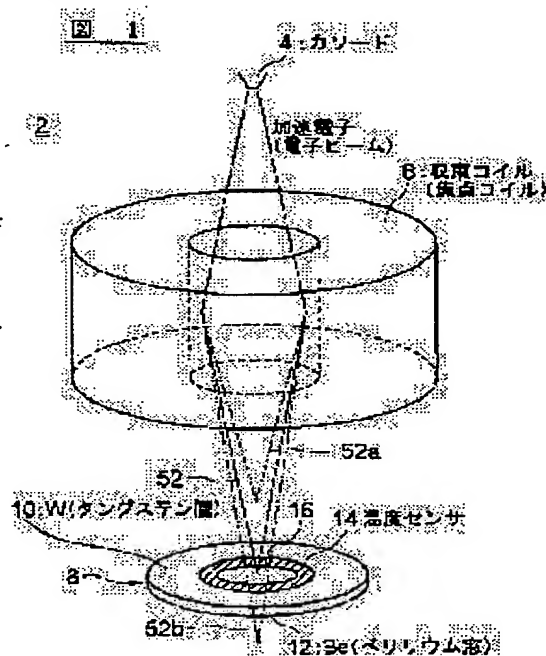
(72)Inventor : YAMADA KOICHI
TANIGAKI TAKESHIGE

(54) X-RAY GENERATOR, X-RAY INSPECTION DEVICE AND X-RAY GENERATING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an X-ray generator, an X-ray inspection device and an X-ray generating method that can automatically focus energy beams such as electron beams for generating X-rays, on a target.

SOLUTION: In view of the fact that the focusing state of electron beams has close relation to the surface temperature of an X-ray tube target, the temperature change is measured in real time by a temperature sensor 14 to automatically control the current in the focusing coil 6.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3481186

[Date of registration]

10.10.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-351552

(P 2 0 0 1 - 3 5 1 5 5 2 A)

(43) 公開日 平成13年12月21日(2001. 12. 21)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 1 J 35/14		H 0 1 J 35/14	2G001
35/08		35/08	B 4C092
			C
H 0 5 G 1/00		H 0 5 G 1/36	Z
1/36		G 0 1 N 23/04	
審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-171440(P2000-171440)

(22) 出願日 平成12年6月8日(2000. 6. 8)

FP03-0058-00WQ-HIP

'03. 5.20

SEARCH REPORT

(71) 出願人 598083016

メディエックステック株式会社

千葉県松戸市南花島3丁目41番29号

(72) 発明者 山田 幸一

千葉県松戸市松戸新田 295番地41

(72) 発明者 谷垣 武重

東京都世田谷区松原5丁目4番3号

(74) 代理人 100097180

弁理士 前田 均 (外2名)

Fターム (参考) 2G001 AA01 AA03 BA05 BA11 CA01

CA07 GA11 HA13 JA02 KA03

4C092 AA01 AB30 AC08 BD15 CD10

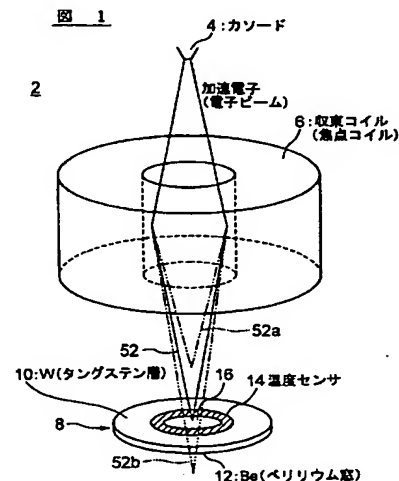
CE20 CF50

(54) 【発明の名称】 X線発生器、X線検査装置およびX線発生方法

(57) 【要約】

【課題】 X線を発生させるための電子ビームなどのエネルギービームを、ターゲットに対して自動的にフォーカシングすることが可能なX線発生器、X線検査装置およびX線発生方法を提供すること。

【解決手段】 電子ビームの収束状態がX線管ターゲットの表面温度と密接な関係を持つことに着目し、その温度変化を、温度センサ14によりリアル・タイムで計測し、収束コイル6の電流値を自動制御せしめる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エネルギービーム発生源と、
前記エネルギービーム発生源から発生するエネルギービームが照射されることによりX線を発生するターゲットと、
前記エネルギービーム発生源から前記ターゲットへ向かうエネルギービームを収束させる収束レンズと、
前記ターゲットにおける前記エネルギービームの照射近傍の温度を検出する温度センサと、
前記温度センサにより検出された温度信号に基づき、前記収束レンズによる前記エネルギービームのターゲットへの収束度合を制御する制御装置とを有するX線発生器。

【請求項2】 前記エネルギービーム発生源が電子ビーム発生源であり、前記ターゲットがタングステン層とベリリウム層とを含み、前記収束レンズが収束コイルであり、前記制御装置は、前記温度センサにより検出された温度の時間微分に基づき、前記収束コイルに与える電流値を制御することを特徴とする請求項1に記載のX線発生器。

【請求項3】 前記ターゲットは、所定パターンの第1金属層と、前記第1金属層に対して絶縁層に形成された温接点を通して接続される所定パターンの第2金属層とを含み、前記第1金属層と第2金属層とで構成される熱電対型温度センサを一体化してあることを特徴とする請求項1または2に記載のX線発生器。

【請求項4】 X線を発生するX線発生部を持つX線発生器と、
前記X線発生部から被検査対象物に照射されたX線の透過光の画像を検出するX線検出面を持ち、前記X線発生部と被検査対象物とX線検出面との位置関係に基づき決定される拡大倍率で、前記被検査対象物の要部を拡大して画像を検出するX線像センサと、を有するX線検査装置であって、
前記X線発生器が、
エネルギービーム発生源と、
前記エネルギービーム発生源から発生するエネルギービームが照射されることによりX線を発生するターゲットと、
前記エネルギービーム発生源から前記ターゲットへ向かうエネルギービームを収束させる収束レンズと、
前記ターゲットにおける前記エネルギービームの照射近傍の温度を検出する温度センサと、
前記温度センサにより検出された温度信号に基づき、前記収束レンズによる前記エネルギービームのターゲットへの収束度合を制御する制御装置とを有することを特徴とするX線検査装置。

【請求項5】 ターゲットにおけるエネルギービームの照射近傍の温度を検出する工程と、
検出された温度信号に基づき、収束レンズによる前記エ

ネルギービームのターゲットへの収束度合を制御しつつ、前記エネルギービームをターゲットに照射することによりX線を発生させる工程とを有するX線の発生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、X線発生器、X線検査装置およびX線発生方法に係り、さらに詳しくは、自動焦点機能を具備する新規なX線発生器、X線検査装置およびX線発生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】X線発生器は、たとえばX線検査装置のX線発生源として用いられている。X線検査装置としては、たとえば特開平7-260713号公報に示すように、収束電子ビームを透過形薄膜のターゲットに照射することで得られた微小焦点サイズのX線を試料に照射し、その透過X線を幾何学的に拡大投影した画像をX線像センサで撮像するX線検査装置が知られている。

【0003】このようなX線検査装置に用いられる従来のX線発生器では、管電圧を変化させる都度、収束コイルを手動で調整し、電子ビームのターゲットへのフォーカシングを行っている。あるいは、予め調整済み電流値を記憶させておき、その値を呼び出すことによりフォーカシングさせている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、いずれも人為的な操作を必要とするため、準備に時間がかかるという課題を有する。さらに、電子ビームのターゲットへのフォーカシング調整精度には、操作者の個人差が大きく影響し、必ずしも安定したフォーカシングを得ることができない。

【0005】本発明は、このような実状に鑑みてなされ、X線を発生させるための電子ビームなどのエネルギービームを、ターゲットに対して自動的にフォーカシングすることが可能なX線発生器、X線検査装置およびX線発生方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、X線管発生器に自動焦点機能を具備させる包括的な新技術に関するものである。本発明者は、電子ビームなどのエネルギービームの収束状態がX線管ターゲットの表面温度と密接な関係を持つことに着目し、その温度変化をリアル・タイムで計測し、収束コイルの電流値を自動制御せしめることにより、上記目的を達成することを見出し、本発明を完成させるに至った。本発明は、次世代X線管の開発並びに製品化に対して、画期的な新技術を提供し得るものである。

【0007】すなわち、本発明に係るX線発生器は、エネルギービーム発生源と、前記エネルギービーム発生源から発生するエネルギービームが照射されることにより

X線を発生するターゲットと、前記エネルギービーム発生源から前記ターゲットへ向かうエネルギービームを収束させる収束レンズと、前記ターゲットにおける前記エネルギービームの照射近傍の温度を検出する温度センサと、前記温度センサにより検出された温度信号に基づき、前記収束レンズによる前記エネルギービームのターゲットへの収束度合を制御する制御装置とを有する。

【0008】前記エネルギービーム発生源は、たとえば電子ビーム発生源である。前記ターゲットとしては、特に限定されないが、たとえばタングステン層とベリリウム層とを含む。ターゲットとしては、特に限定されず、透過型ターゲットおよび反射型ターゲットがある。

【0009】透過型ターゲットは、ターゲットの表面にエネルギービームが照射され、その背面からX線を放射する。透過型ターゲットの具体的な構造としては、特に限定されないが、X線透過性能のよい薄いベリリウム

(Be) 金属基板 (ベリリウム層) 上にタングステン (W) の薄膜 (タングステン層) が形成されているものが例示できる。反射型ターゲットは、ターゲットの表面にエネルギービームが照射され、その照射表面からX線を放射する。反射型ターゲットとしては、銅製ターゲット基板上にタングステン金属層が形成されているものが例示できる。

【0010】前記収束レンズは、たとえば収束コイルである。前記制御装置は、前記温度センサにより検出された温度の時間微分に基づき、前記収束コイルに与える電流値を制御することが好ましい。

【0011】前記ターゲットは、所定パターンの第1金属層と、前記第1金属層に対して絶縁層に形成された温接点を通して接続される所定パターンの第2金属層とを含み、前記第1金属層と第2金属層とで構成される熱電対型温度センサを一体化してあることが好ましい。

【0012】ただし、本発明では、温度センサとしては、特に限定されず、接触式温度センサでも、非接触式温度センサであっても良い。接触式温度センサとしては、ゼーベック効果を応用した、いわゆる熱電対 (Thermo Couple) が例示される。この熱電対の测温接点をターゲット表面の焦点近傍に接触配置することが好ましい。测温接点の接触位置により対象物の温度値は異なるが、管電圧の幅広い範囲にまで適用させるためには、高温域まで使用可能なRタイプ (白金-白金・ロジウム系) の熱電対がよい。また、その熱電対を構成する素線の接点部は絶縁タイプ、露出タイプいずれでもよいが、いずれにせよ、本来の温度絶対値を激しく攪乱しない熱容量の小さい形状・サイズの接点部構造の熱電対が好ましい。

【0013】非接触式温度センサとしては、たとえば测温対象物より放射される赤外線 (波長領域: $0.8\mu\text{m}$ ~ $1000\mu\text{m}$) をレンズで集光しサーモパイル温接点にて検知する、いわゆる赤外放射温度計が例示される。

【0014】本発明に係るX線検査装置は、上述したX線発生器と、前記X線発生器から被検査対象物に照射されたX線の透過光の画像を検出するX線検出面を持ち、前記X線発生部と被検査対象物とX線検出面との位置関係に基づき決定される拡大倍率で、前記被検査対象物の要部を拡大して画像を検出するX線像センサと、を有する。

【0015】本発明に係るX線発生方法は、ターゲットにおけるエネルギービームの照射近傍の温度を検出する工程と、検出された温度信号に基づき、収束レンズによる前記エネルギービームのターゲットへの収束度合を制御しつつ、前記エネルギービームをターゲットに照射することによりX線を発生させる工程とを有する。

【0016】

【作用】一般に、高エネルギーのエネルギービーム (電子ビーム) が固体 (ターゲット) に衝突すると、そのエネルギーの大半は熱エネルギーに変換され、ごく一部のエネルギーのみがX線の発生に寄与する。その際、ターゲット物質自身の温度上昇を伴うが、エネルギービームの収束度、すなわち、焦点径の大・小によって、ターゲットにおける照射部分が低温度あるいは高温となる。この特性を応用し、ターゲット温度 (T) をリアル・タイムで测温し、そのピーク温度 (Tp) をサーチし、収束レンズ (収束コイルあるいは焦点コイル) の電流制御を行うことにより、フォーカシングを最適調整することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明を、図面に示す実施形態に基づき説明する。図1は本発明の1実施形態に係るX線発生器の原理図、図2は本発明の1実施形態に係るX線発生器における自動焦点装置のブロック図、図3は検出温度と収束コイルの電流との関係の一例を示すグラフ、図4は接触式センサによるターゲットの温度計測の一例を示す概略図、図5 (A) および (B) は接触式センサによるターゲットの温度計測の他の例を示す概略断面図、図6は非接触式センサによるターゲットの温度計測の一例を示す概略図、図7は本発明の1実施形態に係るX線検査装置の概略図、図8は本発明の他の実施形態に係るX線検査装置の概略図である。

【0018】第1実施形態

図1に示すように、本発明の1実施形態に係るX線発生装置2は、エネルギービーム発生源としてのカソード4と、カソード4から発生された電子ビーム52が照射されることによりX線を発生するターゲット8と、ターゲット8へ向かう電子ビーム52を収束させる収束レンズとしての収束コイル6とを有する。

【0019】カソード4はヘアピン状フィラメントで構成しており、電圧を印加することにより電子ビームを発生可能になっている。収束コイル6は、中心部を通過する電子ビームを、ターゲット8の表面に収束させるもの

である。収束コイル6へ印加される電流が大きすぎる場合には、ターゲット8の表面よりも手前で電子ビームが焦点を結ぶことになり(図1中の符号52a)、電流が小さすぎる場合には、ターゲット8を通り越して焦点を結ぶことになる(図1中の符号52b)。

【0020】ターゲット8は、たとえばX線透過性能のよい薄いベリリウム(Be)金属基板(ベリリウム層12)上にタングステン(W)の薄膜(タングステン層10)が形成されているものである。ターゲット8の形状は、特に限定されないが、本実施形態では、円盤状である。タングステン層10の略中心表面に電子ビーム52が焦点16を結ぶことにより、ベリリウム層12側からX線を放射するようになっている。

【0021】ターゲット8の表面近傍には、できる限りターゲットの焦点位置の近くに、温度センサ14が配置してあり、ターゲット8における焦点位置付近の温度を検出可能になっている。

【0022】電子ビームがターゲット8の表面に衝突すると、個々の電子はターゲット表面からターゲット内部へ向かって個々の原子と衝突を繰り返しながら侵入し、ある深さで全エネルギーを失ってその運動を停止する。その侵入深さは電子ビームの加速エネルギーに依存する。ターゲット物質の表面側ほど発熱量が大きいと考えてよいが、表面から内部に及んで発生する全放熱量による温度の時間的な変化(dT/dt)を表面付近で検知することにより、収束コイルに与える最適条件を瞬時に探索できる。この場合、熱伝導・熱輻射現象を伴うため焦点中心からその近傍、さらに遠方に向かう急激な温度勾配が形成される。従って、温度センサ14を設置すべき位置は、できる限り電子ビームが照射する焦点位置近傍であることが好ましい。

【0023】温度センサ14による検出温度と、収束コイル6への駆動電流との関係を図3に示す。収束コイルへの駆動電流値が低い場合には、図1中の符号52bで示すように、ターゲット8を超えた位置で電子ビームの焦点を結ぶ。このため、ターゲット8へは電子ビームがデフォーカスの状態で照射され、温度センサ14による検出温度は低い。また、収束コイルへの駆動電流値が高すぎる場合には、図1中の52aで示すように、ターゲットの手前で電子ビームの焦点を結び、これまた、ターゲット8へは電子ビームがデフォーカスの状態で照射され、温度センサ14による検出温度は低くなる。このため、図3に示すように、検出温度のピーク温度 T_p をサーチすることで、収束コイル6への最適な駆動電流値 I_p を選択することが可能になり、その駆動電流 I_p の時に、電子ビームがターゲットに対してジャストフォーカスで照射され、ターゲット表面での焦点径が最小になることが予想できる。

【0024】「焦点径の自動調整」のためには、温度センサ14により、温度の絶対値そのものを正確に計測す

ることよりも、温度の変化を精度よく、かつ高感度(高速応答)でとらえ、温度の時間変化 dT/dt が0に近くなる条件(温度が極大値 T_p となる条件)をサーチすることが重要となる。

【0025】具体的には、図2に示すように、焦点16の近くの温度を温度センサ14により検出し、その温度の時間変化 dT/dt を、制御装置30が演算し、その dT/dt が0に近づくように、カソード4および収束コイル6を、フィードバック制御する。

10 【0026】なお、高エネルギーの電子ビームがターゲット表面上の微小域に収束され照射されると、局部的に著しく加熱されて温度上昇をきたす(電子ビーム照射損傷)。その結果、二層構造のターゲット自身が軟化、変形したり、あるいはピンホールが形成されてしまうおそれがある。タングステン(W)、ベリリウム(Be)の融点は、それぞれ3,387℃および1,278℃であり、従って、これらの損傷は、主として低融点のベリリウムの軟化・溶解によるもの、と考えてよい。

20 【0027】電子ビーム照射損傷を少なくする観点からは、検出温度が極大値 T_p となる位置から多少ずらした位置で、電子ビームがターゲット8の表面に照射するようにしても良い。すなわち、 $T_p - \Delta T$ 、すなわち $I_a \pm \Delta I$ となるように、図2に示す制御装置20が収束コイル6への駆動電流を制御しても良い。消費電力の低減の観点からは、 $I_a - \Delta I$ を目標として制御装置20によるフィードバック制御を行うことが好ましい。なお、 ΔT および ΔI は、実験などにより定められる0以上の定数である。

30 【0028】図4に示すように、本実施形態では、温度センサ14として、ゼーベック効果を応用した、いわゆる熱電対(Thermo Couple)14aを用いている。接触位置により対象物の温度値は異なるが、管電圧の幅広い範囲、従って高温域まで使用可能なRタイプ(白金-白金・ロジウム系)の熱電対がよい。また、その素線の接点部は絶縁タイプ、露出タイプいずれでもよいが、いずれにせよ、本来の温度絶対値を激しく攪乱しない熱容量の小さい形状・サイズの接点部構造のものであればよい。熱電対14aの測温接点をターゲット表面の焦点近傍に接触配置する。

40 【0029】第2実施形態

図5(A)および(B)に示すように、本実施形態では、ターゲット8aの内部に、温度センサを一体化してある以外は、前記第1実施形態と同様である。

50 【0030】本実施形態のターゲット8aは、タングステン層10aと、第1金属パターン層30と、第2金属パターン層32と、ベリリウム層12aと、これら層の間に介在される絶縁層34とを有する。このターゲット8aは、2層構造をもつ通常の透過型X線管ターゲットに対して、5層構造を持つ中間層を半導体リソグラフィ一技術を応用して形成することができる。すなわち、こ

のターゲット8 aは、W層10 a/絶縁層34/第1金属パターン層30/絶縁層34/第2金属パターン層32/絶縁層34/Be層12 aの合計7層の層構造を持つ。

【0031】第1金属パターン層30および第2金属パターン層32には、熱電対を構成する任意の線状パターン30 aおよび30 bが形成され、これらは、間に介在される絶縁層34に形成してあるコンタクトホールに埋め込まれた温接点36および冷接点38にて接続してある。温接点36は、電子ビームの焦点位置の直下位置となるように配置してある。

【0032】第1金属パターン層30および第2金属パターン層32は、相互に異なる金属で構成してあり、これらのパターンが接点36および38を介して接続することにより、温度センサとしての熱電対を構成する。

【0033】各絶縁層34の材質および層厚さは、それらの上下層を電氣的に完全に絶縁し得る条件を満足すれば、特に限定されない。各絶縁層34は、例えば、半導体製造工程でよく使用されるシリコン酸化膜(SiO_2)やシリコン窒化膜(Si_3N_4)で構成され、これらは物理蒸着法(PVD)または化学蒸着法(CVD)により成膜することができる。

【0034】また、2種の第1金属パターン層30および第2金属パターン層32の接合部、すなわち測温接点部(温接点36、冷接点38)と、温接点36とタングステン層10 aとの接合部を形成するには、マスク・窓開明け技術により2層間のコンタクト・ホール形成を行い、上層の成膜時に電氣的導通をとればよい。

【0035】ここで、温接点36は、電子ビームがフォーカシングするターゲット中心の近傍に配置するが、冷接点38は、ターゲット8 aの周辺部としてある。なお、冷接点38は、第1金属層30および第2金属層32の各層よりリード線を設けて、ターゲット8 aの外部に配置しても良い。タングステン層10 aの最表面層は、X線発生効率に及ぼす表面形状状態をも考慮して、必要に応じて平坦化処理を施すことが好ましい。

【0036】本実施形態では、温度センサがターゲット8 aの内部に一体化してあるために、別途、温度センサを取り付ける必要が無く、X線発生器の構造を単純化することができる。

【0037】第3実施形態

図6に示すように、本実施形態では、温度センサとして、非接触式のいわゆる赤外放射温度計14 bを用いる以外は、前記第1実施形態と同様である。

【0038】本実施形態の温度計14 bは、測温対象物であるターゲット8より放射される赤外線(波長領域: $0.8\mu\text{m} \sim 1000\mu\text{m}$)をレンズ集光し、サーモパイル温接点にて検知する、いわゆる赤外放射温度計である。この温度計14 bは、あらゆる外部攪乱要因(光、雰囲気ガス流、ダスト等)を考慮して、電子ビーム照射

を受ける微小表面エリアにできる限り近接していることが望ましい。

【0039】しかし、この赤外放射温度計14 bを用いて温度を検出する方法は距離的制約が少ないため、直進行路さえ確保すれば、その配置には自由度が高い。この温度計による方法では、反射型ターゲットおよび透過型ターゲットのいずれのターゲットに対しても、ターゲット表面から放射する赤外線をとらえねばならない。従って、X線発生器の製造段階で、X線管発生装置内部の最適位置に温度センサ14 bを内蔵しておくことが必要である。

【0040】第4実施形態

図8に示す本実施形態に係るX線検査装置40は、上述したいずれかの実施形態において原理的に説明したX線発生器を有するものであり、被検査対象物60のX線透視拡大画像を得ることができる。

【0041】本実施形態のX線検査装置40は、電子ビームを発生するカソード4と、電子ビームを引き出すグリッド44と、電子ビームを加速するアノード46と、電子ビームの調整を行うアライメント用コイル50と、電子ビーム52を収束させる収束コイル6と、収束された電子ビームが照射されてX線62を発生するターゲット8とを有する。なお、図7において、符号48は仮想焦点位置を示し、符号54は磁気ギャップを示す。ケーシング42の内部は、電子ビームの通路であり、密閉され、図示省略してある真空ポンプなどで真空に保たれている。

【0042】ターゲット8は透過型ターゲットであり、ターゲット8の表面に対して、収束された電子ビームが照射されることにより、その焦点位置に対応するターゲット裏面における実質的に点状のX線発生部から所定の広がり角度を持って円錐状にX線62を発生する。

【0043】ターゲット4の裏面から所定の広がり角度を持って出射されたX線62は、被検査対象物60を照射し、その拡大透視画像がX線像センサにおける画像増幅器のX線検出面64へと入射する。画像増幅器は、X線を可視光に変換すると共に、被検査対象物60を透過して拡大されたX線透視画像の輝度を増幅し、より高輝度の画像を再生するための装置である。画像増幅器により増幅された高輝度の透視画像は、CCDカメラや撮像管などの撮像装置で撮像し、モニタに表示される。撮像装置で撮像された透視画像データは、モニタに表示されるのみでなく、プリンタなどに出力することも可能であり、さらに、半導体メモリ、ハードディスク、光磁気記憶装置などの記憶手段に記憶される。さらにまた、専用回線または公衆回線を通して、透視画像データを他の装置へ送信することもできる。

【0044】なお、画像増幅器のX線検出面64にて検出される被検査対象物60の透視画像の幾何学的拡大倍率Mは、ターゲット8のX線発生部からX線検出面64

の中心までのFDD距離と、X線発生部から被検査対象物60までのFOD距離との比により規定される。すなわち、幾何学的拡大倍率 $M = FDD / FOD$ である。

【0045】被検査対象物60としては、特に限定されないが、たとえばICデバイス、その他のデバイをはじめ、BGA、CSPに代表されるエリアアレイタイプのパッケージを持つデバイスなどが例示される。

【0046】第5実施形態

図8に示す本実施形態に係るX線検査装置40aは、上述したいずれかの実施形態において原理的に説明したX線発生器を有するものであり、被検査対象物60のX線透視拡大画像を得ることができる。この点では、本実施形態のX線検査装置40aも、前記第4実施形態のX線検査装置40と同様であるが、透過型ではなく反射型X線発生器を具備する点のみが異なる。以下、異なる点のみを説明する。

【0047】本実施形態のX線検査装置40aは、ケーシング42の内部に、収束された電子ビーム52が照射されて、反射方向にX線62を発生するターゲット8bを有する。なお、図8において、符号66は45度傾斜型X線管ヘッドを示す。

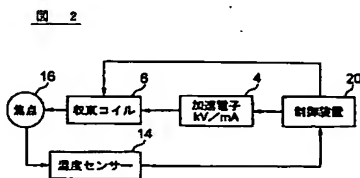
【0048】なお、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々に改変することができる。

【0049】たとえば、X線発生器およびX線検査装置の具体的構造は、上記実施形態に限定されず、種々のタイプのX線発生器およびX線検査装置を用いることができる。

【0050】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、X線を発生させるための電子ビームなどのエネルギービームを、ターゲットに対して自動的にフォーカシングすることが可能なX線発生器、X線検査装置およびX

【図2】



線発生方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明の1実施形態に係るX線発生器の原理図である。

【図2】 図2は本発明の1実施形態に係るX線発生器における自動焦点装置のブロック図である。

【図3】 図3は検出温度と収束コイルの電流との関係の一例を示すグラフである。

【図4】 図4は接触式センサによるターゲットの温度計測の一例を示す概略図である。

【図5】 図5は接触式センサによるターゲットの温度計測の他の例を示す概略図である。

【図6】 図6は非接触式センサによるターゲットの温度計測の一例を示す概略図である。

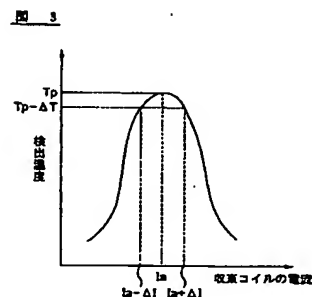
【図7】 図7は本発明の1実施形態に係るX線検査装置の概略図である。

【図8】 図8は本発明の他の実施形態に係るX線検査装置の概略図である。

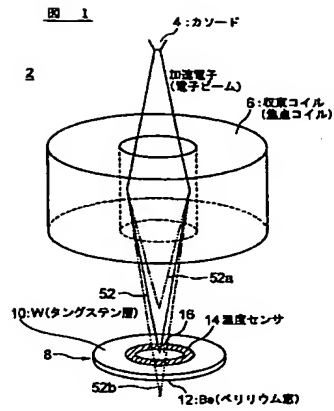
【符号の説明】

- 20... X線発生器
- 4... カソード
- 6... 収束コイル
- 8... ターゲット
- 14, 14a, 14b... 温度センサ
- 20... 制御装置
- 30... 第1金属パターン層
- 32... 第2金属パターン層
- 36... 温接点
- 38... 冷接点
- 40, 40a... X線検査装置
- 60... 被検査対象物
- 62... X線

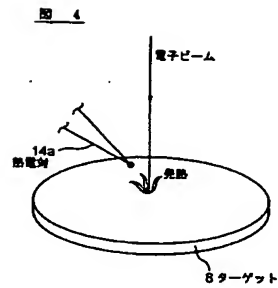
【図3】



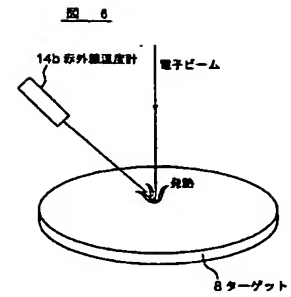
【図1】



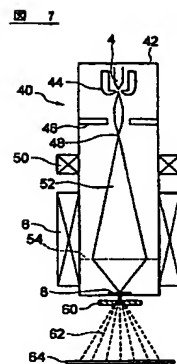
【図4】



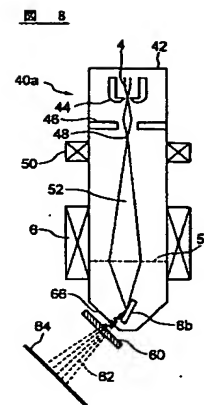
【図6】



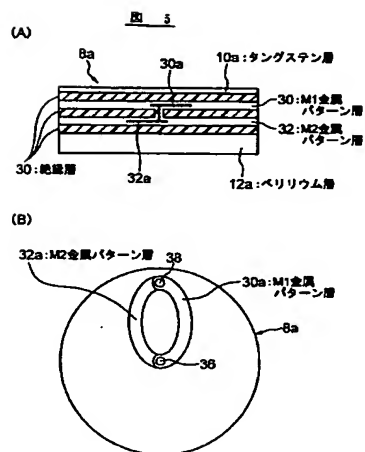
【図7】



【図8】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
// G 0 1 N 23/04

識別記号

F I
H 0 5 G 1/00

テモト* (参考)

E